Res Ligusticae
CCXXXII

Mario Mori, Elena Rosso, Sebastiano Salvidio

PRESENZA E INCIDENZA DELLE BRANCHIOBDELLE (ANNELIDA, BRANCHIOBDELLIDAE) NELLE POPOLAZIONI ASTACICOLE LIGURI

Introduzione - Le branchiobdelle sono membri di una famiglia di ectosimbionti appartenenti agli Anellidi. Esse presentano una parte cefalica terminante con una ventosa circolare che avvolge la bocca, all'interno della quale vi sono due denti chitinosi che vengono usati per l'identificazione, in quanto la loro struttura varia tra le specie. Anche i segmenti posteriori delle branchiobdelle sono modificati a formare una ventosa, che, come quella cefalica, è usata per attaccarsi e muoversi sull'ospite. Tutte le branchiobdelle sono di piccole dimensioni e consistono di un massimo di 14 o 15 segmenti, di cui i primi 4 sono generalmente fusi (Alderman & Polglase, 1988). La loro posizione sistematica all'interno del phylum è ancora oggi fonte di grandi discussioni: infatti alcuni autori le considerano come "sottoclasse" e le inseriscono nella classe degli Hirudinei (Sawyer, 1986), altri le considerano un gruppo monofiletico di rango equivalente a quello degli Oligocheti e degli Hirudinei (Holt, 1986, 1989; Gelder & Brinkhurst, 1990).

Le branchiobdelle sono esclusivamente ectosimbionti e parassiti dei gamberi d'acqua dolce e di pochi altri crostacei (Hobbs & Villalobos, 1958) che abitano il Nord America, l'Europa e l'Asia dell'est incluso il Giappone. In Australia la nicchia delle branchiobdelle appare in parte occupata dai temnocefalidi, che vengono descritti come commensali, dal momento che non è stata mai dimostrata nessuna loro forma di parassitismo (Jennings, 1971). I temnocefalidi sono presenti anche nel Centro e nel Sud America (Gelder & Brinkhurst, 1990), ma recentemente sono stati trovati anche in gamberi alloctoni immessi in alcuni corsi d'acqua italiani (Nobile *et al.*, 1997).

La zoogeografia delle branchiobdelle sta diventando più confusa a causa dell'introduzione, in varie parti del mondo, di gamberi alloctoni. Secondo Holt (1981) le branchiobdelle non sono pericolose quando vengono trasportate insieme ai loro ospiti perché sono troppo delicate per sopravvivere. Varie

Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue Risorse, Università di Genova, C.so Europa 26, 16132 Genova - E-mail: zoologia@unige.it

specie di branchiobdelle sono state trovate, tuttavia, in diverse parti del mondo dove sicuramente prima non vivevano (BRINKHURST & GELDER, 1991; GELDER *et al.,* 1994). Appare pertanto necessario intraprendere studi sulla distribuzione di questi piccoli anellidi per verificare la loro eventuale introduzione nelle popolazioni astacicole autoctone italiane, soprattutto nei bacini in cui le specie di gamberi alloctoni sono state immesse (vedi DELMASTRO, 1992a, b, in stampa; GROPPALI, 1993; GELDER *et al.*, 1994; CONFORTINI e NATALI, 1995; TRENTINI *et al.,* 1997; MAZZONI *et al.*, 1997; BRAIDA *et al.*, 1997; GHERARDI *et al.,* in stampa; GELDER *et al.,* 1999). Un'ampia sintesi dei vantaggi e svantaggi che possono derivare dall'introduzione di specie alloctone è stata recentemente eseguita da DELMASTRO (1999).

Vari autori hanno indagato sulla tassonomia e biologia delle branchiobdelle italiane (MARTINATI, 1861; POLONIO, 1862; NINNI, 1865; MAZZARELLI, 1903a,b; PIERANTONI, 1906, 1912; SUPINO, 1925; CANEGALLO, 1928; BONDI, 1962; DEL ROSCIO, 1962; D'ANGELO, 1965, BONDI & FACCHINI, 1972; MANCINI & MOSCONI, 1988, NOBILE, *et al.*, 1994), ma solo grazie ai lavori di GELDER *et al.* (1994) e successivamente di NOBILE *et al.* (1995), MAZZONI *et al.* (1997) e GELDER *et al.* (1999) è stato chiarito quali specie sono effettivamente presenti nei gamberi dell'Italia del Nord. *Branchiobdella italica* Canegallo, 1928, *B. hexodonta* Gruber, 1833, *B. parasita* Henle, 1835, *B. astaci* Odier, 1823 e *B. pentodonta* Whitman, 1882 sono state trovate associate al gambero autoctono *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858), mentre *B. italica*, *B. parasita* e *Cambaricola mesochoreus* Hoffman, 1963 al gambero alloctono americano *Procambarus clarkii* (Girard, 1852). Le popolazioni astacicole presenti in Liguria non sono mai state interessate da alcuna indagine tassonomica, ad esclusione dei gamberi dei torrenti Pennavaira e Vernea, in cui GELDER *et al.* (1994) segnalano la presenza di *B. italica.* Il presente lavoro si prefigge pertanto di estendere lo studio sulla presenza e incidenza di questo gruppo ad altre popolazioni di *A. pallipes* presenti nel territorio ligure.

MATERIALI E METODI - I campionamenti sono stati eseguiti in 18 bacini idrici della Liguria, qui di seguito elencati, che precedenti ricerche avevano stabilito essere abitate dai gamberi (SALVIDIO *et al.,* 1993; MORI *et al.,* 1996): sono riportate la località, la Provincia e la data in cui è stato effettuato il campionamento:

Bacino del Fiume Taggia
Torrente Carpasina: Carpasio (IM) 27 luglio 1993;
Torrente Tomena: Diga Enel (IM) 2 settembre 1998;
Rio Regianco: Ponte Regianco (IM) 2 settembre 1998;
Bacino del Fiume Bormida
Fiume Bormida di Millesimo: Bardineto (SV) 17 luglio 1997;
Rio Montenotte: Montenotte inferiore (SV) 18 settembre 1998;

Bacino del Torrente Scrivia
Torrente Feto: Morasco (GE) 23 agosto 1996;
Torrente Nenno: Nenno (GE) 19 settembre 1998;
Torrente Brevenna: Mareta (GE) 13 luglio 1995;
Rio Creto: ponte di Creto (GE) 17 luglio 1997;
Torrente Val Noci: 100 m a valle dell'omonimo Lago (GE) 17 luglio 1996;
Bacino del Torrente Chiaravagna
Torrente Chiaravagna: Santuario Cranego (GE), 17 Ottobre 1997;
Bacino del Torrente Bisagno
Torrente Arvigo: Centrale AMGA (GE) 30-31 luglio e 1-2 settembre 1997;
Bacino del Fiume Trebbia
FiumeTrebbia: Costamagno (GE) 1 luglio 1996;
Bacino del Torrente Gentile
Torrente Gentile: San Rocco di Camogli (GE) 16 gennaio 1998;
Bacino del Torrente Aveto
Torrente Aveto: Brugnoni (GE) 4 novembre 1997;
Lago delle Lame: Rezzoaglio (GE) 10 luglio 1997;
Bacino del Fiume Vara
Rio Chiusola: Chiusola (SP) 3 settembre 1997;
Fosso Begarino: Zignago (SP) 6 settembre 1996.

I gamberi sono stati raccolti, a mano o con retino, durante le ore diurne e la taglia di ciascun esemplare è stata rilevata considerando la lunghezza del carapace (LC), misurata dall'orbita dell'occhio al margine posteriore del carapace. Successivamente il corpo di ciascun gambero era accuratamente esaminato con un mono-oculare 3x sia per verificarne lo stato sanitario (chele rigenerate o mancanti, ferite, ruggine, parassiti, ecc.) che la presenza e localizzazione dei vermi nelle sue differenti parti. Allo scopo di campionare anche le branchiobdelle viventi all'interno delle camere branchiali dei gamberi, un campione di almeno 10 individui per ciascun corso d'acqua (quando presenti) era immerso, come indicato da Gelder *et al.* (1994), per 2 minuti in una soluzione 1:1 di acqua di torrente ed acqua minerale addizionata con anidride carbonica. Tutte le branchiobdelle raccolte erano infine fissate in una soluzione di formaldeide al 5%. Alla fine delle varie operazioni tutti i gamberi erano reimmessi vivi nell'ambiente di prelievo.

In laboratorio le branchiobdelle sono state identificate utilizzando le chiavi sistematiche fornite da Gelder *et al.* (1994). L'identificazione di *B. italica* e *B. pentodonta,* rispetto alle altre specie dello stesso genere, è resa difficoltosa dal fatto che la morfologia delle loro mascelle è molto simile, per cui per separarle è necessario verificare alcuni parametri morfologici relativi alle loro spermateche e dotti (vedi Gelder *et al.,* 1994; Nobile *et al.*, 1995). Una volta accertato che almeno un verme per stazione apparteneva a una delle suddette specie, tutti gli altri individui, con formula dentaria simile, erano

assegnati ad essa.

La taglia degli individui di *B. italica* è stata rilevata come lunghezza totale. Campioni di branchiobdelle, previa loro deidratazione e diafanizzazione, sono stati montati su vetrini chiusi in modo permanente con DPX e depositati al Museo Civico di Storia Naturale di Genova.

In questo lavoro il termine "incidenza" è inteso come il numero di gamberi che presentavano sul proprio corpo almeno una branchiobdella. L'incidenza delle branchiobdelle rispetto al sesso e alla taglia dei gamberi è stata studiata analizzando un campione di 426 gamberi (198 maschi e 228 femmine) raccolto tra maggio e giugno 1997 nel torrente Arvigo. Un ulteriore campione di 295 gamberi (130 maschi e 165 femmine), raccolto nel settembre 1997, sempre nello stesso corso d'acqua, è stato analizzato al fine di verificare una possibile relazione tra lo stato sanitario dei gamberi e la presenza delle branchiobdelle.

DISTRIBUZIONE DELLE BRANCHIOBDELLE IN LIGURIA - Solo due specie sono state trovate ospiti delle popolazioni astacicole liguri, *B. italica* e *B. hexodonta.* La prima specie è stata rinvenuta in quasi tutti i bacini esaminati (90%), le seconda soltanto in alcuni (45%) (Tab. 1). In tutti i corsi d'acqua la maggior parte delle branchiobdelle raccolte all'esterno del corpo dei gamberi apparteneva a *B. italica*. Solo alcuni gamberi dei torrenti Arvigo e Chiaravagna, rio Montenotte e fiume Bormida presentavano individui di questa specie anche all'interno delle proprie camere branchiali. *B. hexodonta,* invece, era quasi sempre presente all'interno delle camere branchiali: soltanto nell'Arvigo e nel Carpasina individui di questa specie erano anche all'esterno del corpo di alcuni gamberi.

Per *B. hexodonta* non è stato possibile determinare con precisione il tasso d'incidenza, in quanto la soluzione utilizzata (vedi Materiali e Metodi), per fare uscire le branchiobdelle dalle parti più nascoste del corpo dei gamberi, probabilmente non sempre era efficace. Tre gamberi, infatti, che erano stati trattati con la suddetta soluzione e non avevano presentato alcuna branchiobdella, ad un esame più accurato in laboratorio, perché morti accidentalmente, ospitavano uno o due individui di *B. hexodonta*. Un fatto da rilevare è che le branchie di questi gamberi non mostravano alcun segno di melanizzazione. Anche in altri quattro gamberi rinvenuti morti, che presentavano uno o due individui di *B. hexodonta* all'interno delle loro camere branchiali, non abbiamo mai riscontrato questa patologia.

DISTRIBUZIONE DELLE BRANCHIOBDELLE SUL CORPO DEI GAMBERI - La maggior parte dei gamberi di quasi tutte le popolazioni astacicole presentavano all'esterno del proprio corpo un massimo di 7 vermi.

L'85% di queste branchiobdelle era insediato sulla superficie esterna del cefalotorace, principalmente lungo i solchi dei margini latero-ventrali e le linee gastriche dello stesso. La restante parte, 15%, era situata indifferentemente sui pereiopodi, sulle chele e sotto l'addome.

Altre popolazioni di gamberi, raccolti in habitat caratterizzati da inquinamento antropico, come quelle del rio Chiusola e del fiume Bormida, ospitavano, invece, ricche popolazioni di branchiobdelle, la quasi totalità appartenenti a *B. italica*. Nel Chiusola sono stati conteggiati fino a 12 vermi per individuo, mentre nel Bormida il 90% dei gamberi presentavano fino a 20 vermi per gambero e il restante 10% da 50 a 100 branchiobdelle. In questo ultimo sito, inoltre, il 75% dei gamberi presentavano branchiobdelle oltre che sul carapace anche agli apici delle chele. Un fatto da rilevare è che tutte le branchiobdelle poste sulle chele erano di grosse dimensioni, ≥ 3 mm di lunghezza totale.

INCIDENZA DELLE BRANCHIOBDELLE IN RELAZIONE AL SESSO E ALLA TAGLIA DEI GAMBERI - .Questi piccoli anellidi erano presenti nel 17% dei maschi e nel 14% delle femmine. Il test del χ^2 indicava che l'incidenza era simile nei due sessi (χ^2=1.02; P>0.05): anche separando gli individui per classi di taglia l'incidenza di questi piccoli vermi non risultava significativamente diversa tra i maschi e le femmine di *A. pallipes* (Tab. 2). I gamberi di entrambi i sessi sono stati così raggruppati in due intervalli di taglia (6-27 mm e 28-36 mm di LC) al fine di verificare se l'incidenza d'infestazione aumentava significativamente con l'aumentare della taglia. Il test di χ^2 indicava che effettivamente la percentuale d'infestazione era significativamente maggiore negli individui di taglia più grande (χ^2 =48.12; P<0.01).

INCIDENZA DELLE BRANCHIOBDELLE IN RELAZIONE ALLO STATO SANITARIO DEI GAMBERI - In tabella 3 sono mostrati i risultati di questa indagine. Il test di uguaglianza condotto tra i valori d'infestazione (gamberi con branchiobdella *versus* gamberi senza branchiobdella), mostrava che l'incidenza è indipendente dallo stato di salute del gambero (P>0.05), ad eccezione dei gamberi con ferite che risultavano maggiormente parassitati da branchiobdelle (χ^2=6.41, P<0.011). Tuttavia quest'ultimo risultato deve essere considerato con cautela, dato l'esiguo numero di esemplari esaminato.

STRUTTURA DEMOGRAFICA DI *BRANCHIOBDELLA ITALICA* - La lunghezza totale di questa specie è stata analizzata solo per gli individui raccolti nei torrenti Arvigo e Aveto, fiume Bormida e rio Chiusola. La loro lun-

ghezza, rilevata su individui fissati, variava da 1.3 a 4.0 mm, con una taglia media di circa 2.64±0.56 mm. In tutti i siti campionati, individui sessualmente maturi di questa specie sono stati trovati, a partire dalla taglia di 1.8 mm di lunghezza totale. Le lunghezze totali medie di questa specie, nei quattro siti, sono riportate in Fig. 1. Le dimensioni aumentavano progressivamente da quelle degli esemplari del torrente Arvigo a quelle degli esemplari del rio Chiusola. L'analisi della varianza mostrava che le taglie medie erano significativamente differenti nei diversi siti (F= 15.15; P<0.01) e il successivo test t multiplo di Bonferroni, indicava che quelle dell'Arvigo erano simili a quelle dell'Aveto (P>0.05) ma significativamente più piccole di quelle del Chiusola e della Bormida (P<0.05), che invece risultavano simili a quelle dell'Aveto (P>0.05).

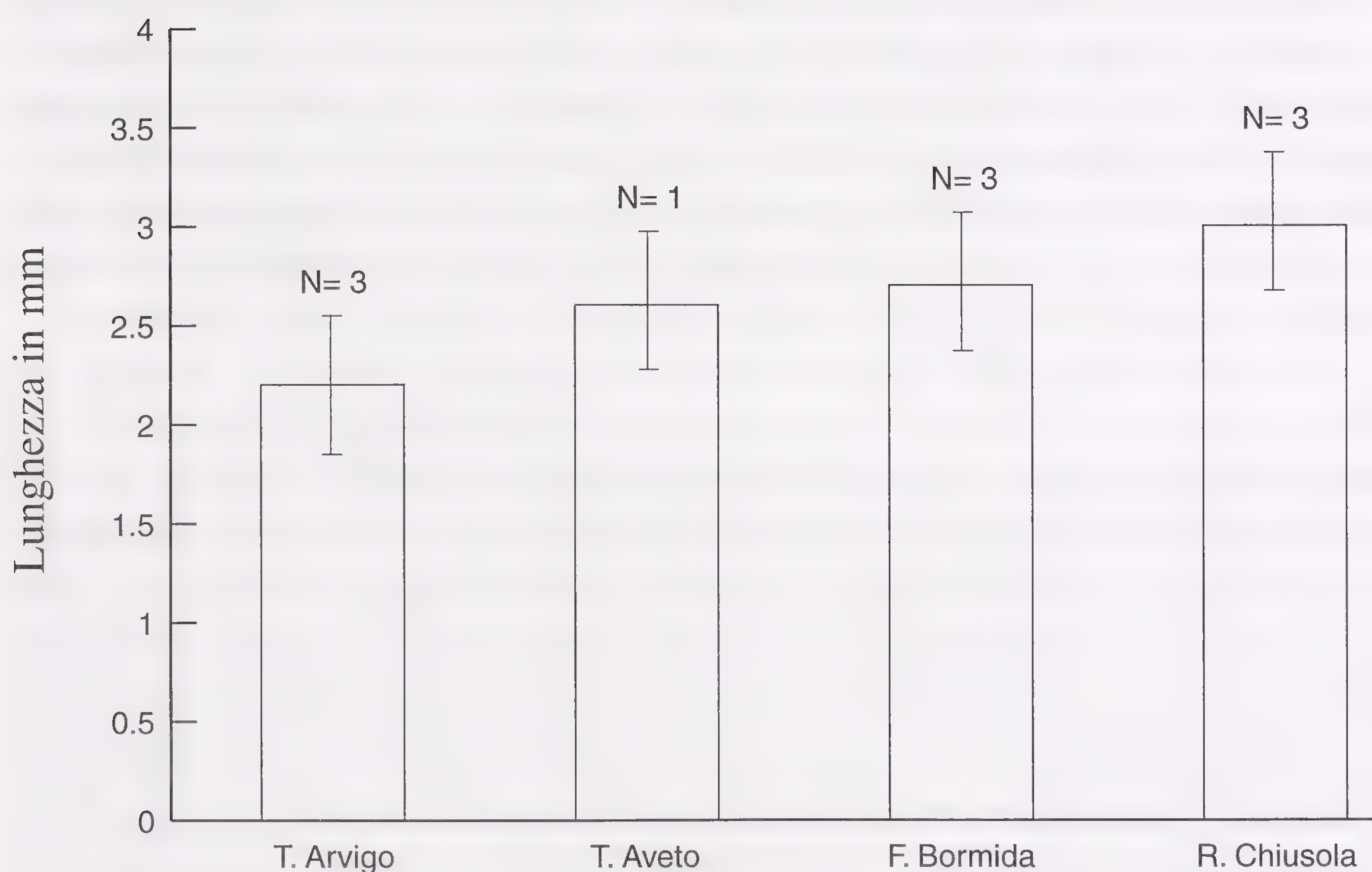


Fig. 1 - Lunghezza totale media (± DS) degli individui di *Branchiobdella italica* raccolti in alcuni corsi d'acqua della Liguria. Il valore espresso sopra gli istogrammi si riferisce al numero di branchiobdelle esaminate.

DISCUSSIONE - Durante questo studio sono state trovate solo due specie di branchiobdelle ospiti dei gamberi liguri, *B. italica* e *B. hexodonta.* La prima era presente in quasi tutte le popolazioni astacicole esaminate (90%), mentre la seconda soltanto su alcune popolazioni di gamberi (45%). La loro assenza da alcuni bacini è probabilmente in relazione con lo scarso numero di gamberi esaminati. GELDER *et al.* (1994) e NOBILE *et al.* (1995) hanno rinvenuto nei bacini da loro studiati, di cui alcuni confinanti con la Liguria, anche *B. parasita.* I primi autori, tuttavia, trovano nelle popolazioni astacicole del Piemonte, Lombardia, Emilia e Friuli Venezia Giulia uno scarso numero di individui di questa specie mentre i secondi, in Emilia Romagna, la registrano tra le più abbondanti dopo *B. italica.* Probabilmente molti fattori concorrono a determinare questa particolare distribuzione che in futuro sarà interessante approfondire, ma da questi primi dati sembrerebbe che *B. parasita* prediliga vivere su gamberi che abitano bacini con scarso regime torrentizio, come sono quelli del versante padano, rispetto a quelli liguri che sono invece caratterizzati da un forte regime torrentizio.

Gli individui di *B. italica* raccolti nel rio Chiusola e fiume Bormida presentavano taglie più grandi di quelli del torrente Arvigo. La spiegazione di questa diversità necessita di ulteriori ricerche, in quanto la taglia dei vermi potrebbe essere influenzata da vari fattori come per es. l'inquinamento, la taglia degli ospiti, la stagione di raccolta, ecc. Anche i diversi tassi d'incidenza delle branchiobdelle, riscontrati nei vari siti, dovrebbero essere considerati con le dovute cautele in quanto potrebbero dipendere oltre che dalla metodica utilizzata (esame macroscopico del corpo dei gamberi ed utilizzo della miscela acqua gasata-acqua di torrente) anche dalla taglia dei gamberi. Infatti gli individui di grossa taglia presentavano una più alta incidenza di branchiobdelle rispetto a quelli di piccole dimensioni. Questo probabilmente è in relazione con la più grande superficie del corpo dei primi, che permette l'instaurarsi di una più grande varietà di forme epizoiche rispetto a quella degli individui di piccola taglia. Infatti molte specie di branchiobdelle si nutrono della fauna e della flora microbica presente sul corpo dei gamberi (ALDERMAN & POLGLASE, 1988). Anche la localizzazione delle branchiodelle, riscontrata principalmente sulla superficie del cefalotorace, potrebbe essere in relazione con la maggiore superficie di questa struttura rispetto ad altre parti del corpo, come ad es. chele, pereiopodi o addome. Invece la presenza di branchiobdelle adulte sulle chele di alcune popolazioni astacicole, come per es. quelle della Bormida, potrebbe dipendere dalla versatilità alimentare di questi piccoli ectosimbionti che sono in grado, quando i frammenti di cibo dell'ospite sono abbondanti, di passare da un sistema di vita epibiontico a quello di commensali opportunisti (JENNINGS & GELDER, 1979).

Un'altra causa della maggiore presenza dei vermi sopra i gamberi di grossa taglia è da ricercarsi probabilmente nella fisiologia della loro muta. Infatti i giovani gamberi, nell'intervallo di taglia compreso tra 11 e 20 mm di lun-

Tab. 1 - Incidenza e presenza delle due specie di branchiobdelle ospiti delle popolazioni astacicole liguri esaminate. Taglia: minima e massima dei gamberi in cui sono stati trovati i vermi. In parentesi sono riportati i valori dell'incidenza in percentuale. + = presenza; 0 = assenza.

Corso d'acqua/lago	**No Gamberi esaminati**	**Taglia (mm)**	**Gamberi con con *B. italica***	**Presenza di *B. hexodonta***	**Riferimento**
T. Carpasina	183	8-33	6 (3.3)	+	Mori *et al.*, 1998
T. Tomena	8	6-24	0	0	Presente studio
R. Regianco	27	33	1 (3.7)	0	Presente studio
F. Bormida	26	13-40	17 (65.4)	+	Presente studio
R. Montenotte	27	17-36	23 (85.2)	+	Presente studio
T. Pennavaira + T. Vernea	17	?	+	0	Gelder *et al.*, 1994
T. Feto	29	16-35	2 (6.9)	0	Presente studio
T. Nenno	57	8-26	29 (50.9)	0	Presente studio
T. Brevenna	15	15-28	9 (60)	+	Presente studio
R. Creto	1	27	0	0	Presente studio
T. Val Noci	5	13-22	1 (20)	0	Presente studio
F. Trebbia	39	15-30	18 (46.2)	+	Presente studio
T. Chiaravagna	15	14-27	7 (9.4)	+	Presente studio
T. Arvigo	41	18-40	29 (70.7)	+	Presente studio
R. Gentile	11	22	1 (9.1)	0	Presente studio
L. Lame	3	32	1 (33.3)	+	Presente studio
T. Aveto	22	16-28	16 (72.7)	+	Presente studio
R. Chiusola	15	21-25	9 (60)	0	Presente studio
F.so Begarino	6	14-25	4 (66.7)	0	Presente studio

ghezza carapace, subiscono più mute per anno rispetto agli adulti che invece in questo periodo mutano una volta sola (Laurent, 1988). Le branchiobdelle sarebbero costrette così a cambiare ospite più volte nell'arco dell'anno, con tutti i rischi che tali passaggi potrebbero comportare per questo piccolo anellide. Un dato interessante è che nessuna branchiobdella è stata mai trovata nei gamberi morti o sulle loro esuvie. Probabilmente, come già descritto da Mazzarelli (1908), le branchiobdelle, appena i gamberi diventano un substrato instabile, in balia della corrente e prima o poi soggetto ad essere trascinato sulle rive, preferiscono andare ad infestare i corpi di quelli sani o con poche branchiobdelle.

Secondo Alderman & Polglase (1988) la presenza di branchiobdelle commensali potrebbe risultare di grande vantaggio al gambero, soprattutto quando esse vivono all'interno delle sue camere branchiali, in quanto lo libererebbero da tutta quella fauna e flora microbica che facilmente vi si potrebbe installare soprattutto quando i gamberi vivono in ambienti caratterizzati da un'alta presenza di particellato solido. Questi autori osservano, tuttavia, che la presenza di batteri potrebbe incoraggiare le infezioni secondarie ed il detrito potrebbe andare ad interferire con le funzioni principali delle branchie del

gambero. Il particellato è uno dei fattori che limita l'installazione e lo sviluppo delle forme bentoniche o del popolamento ittiologico (Nisbet & Verneaux, 1970): i gamberi, infatti, vivono generalmente in ambienti in cui esso è presente con quantità inferiori ai 25 mg/l (Laurent, 1988). Il particellato solido è probabilmente uno dei fattori responsabili delle morie dei gamberi, che si verificano durante forti eventi meteorologici, in quanto occlude le loro branchie e riduce il tasso di ossigeno dall'ambiente.

Durante questo studio non è stata riscontrata alcuna patologia nelle branchie dei gamberi che ospitavano *B. hexodonta*. Grabda & Wierzbica (1969) hanno dimostrato, mediante l'utilizzo di marcature radioattive, che questa specie mangia i tessuti di *A. astacus*. Mazzarelli (1903a; 1908) e Alderman & Polglase (1988) osservano che nelle parti del corpo dei gamberi, su cui agiscono *B. hexodonta* o altre specie parassite, si possono formare delle ferite o delle melanizzazioni dei tessuti che potrebbero facilitare l'entrata di organismi patogeni, soprattutto nei casi in cui gli individui infestanti sono presenti in numero maggiore del normale. Mazzarelli (1903a; 1908) descriveva che il 25-35% dei gamberi morivano se l'infestazione delle branchiobdelle diventava eccessiva, contando fino a 600 branchiobdelle in un gambero morto. Hubault (1935) osservò un'alta mortalità di *A. pallipes* in presenza di un'eccessiva infestazione da *B. parasita*, ma rilevava nello stesso tempo anche molti batteri nel sangue dei gamberi. Simon (1977) osservava che sebbene la mortalità sia stata sempre attribuita alle branchiobdelle, i dati acquisiti nel tempo sulle infezioni batteriche, oltre al fatto che protozoi parassiti e funghi sono stati spesso trovati nei muscoli degli individui colpiti, indicano che, nonostante le branchiobdelle facilitino l'entrata di agenti patogeni, la loro presenza può rappresentare soltanto una causa indiretta della morte del loro ospite. Tutti gli autori, che hanno studiato in dettaglio questi piccoli vermi direttamente in natura, hanno trovato che il numero delle specie commensali supera di gran lunga quello delle parassite (Simon, 1977; Alderman & Polglase, 1988; Gelder *et al.,* 1994; Gelder *et al.,* 1999; presente lavoro), per cui l'infestazione da parte delle branchiobdelle, se contenuta nei limiti accettabili, può non essere considerata mortale per il gambero.

I gamberi d'acqua dolce americani presentano delle branchiobdelle specifiche (Pennack, 1953), mentre secondo Brinkhurst & Gelder (1991) quelli europei mostrano una ridotta specificità. In Liguria, secondo alcuni autori (Bott, 1950, 1972; Karaman, 1962), sarebbero presenti due sottospecie di gamberi di rio, *A. pallipes fulcisianus* (Ninni, 1886) e *A. pallipes pallipes* (Lereboullet, 1858). La prima sarebbe presente in tutti i bacini che si riversano in Adriatico mentre la seconda in quelli del Tirreno. Durante questo studio le due specie di branchiobdelle (*B. italica* e *B. hexodonta*) sono state trovate sia nelle popolazioni astacicole adriatiche sia nelle tirreniche. Recenti ricerche hanno stabilito, tuttavia, che entrambe le supposte sottospecie pos-

Tab. 2 - Incidenza delle branchiobdelle in relazione alla taglia dei maschi e delle femmine di *Austropotamobius pallipes* del rio Arvigo. Z, valore statistico osservato del test di comparazione tra due percentuali (G-test). In parentesi sono riportati i valori dell'incidenza in percentuale.

Intervallo di taglia (mm)	Maschi infestati/totale	Femmine infestate/totale	Z	Significatività
6-12	2/48 (4.1)	1/64 (1.5)	0.70	*P*>0.05
13-19	4/60 (6.6)	9/6 (17.6)	2.11	*P*>0.05
20-27	8/47 (17.0)	11/98 (11.2)	0.90	*P*>0.05
28-32	14/34 (41.2)	6/31 (19.3)	3.70	*P*>0.05
33-38	6/9 (66.6)	4/4 (100)	ns	-----

Tab. 3 - Incidenza della presenza delle branchiobdelle in relazione allo stato sanitario dei gamberi.

Stato sanitario	Con branchiobdelle	Senza branchiobdelle
sani	28 (18%)	128 (82%)
chele rigenerate	8 (15%)	47 (85%)
chele mancanti	7 (15%)	39 (85%)
pereiopodi mancanti	6 (29%)	15 (71%)
ferite	5 (71%)	2 (29%)
Thelohania sp.	0	1
ruggine	2 (22%)	7 (78%)

sono essere trovate nel medesimo corso d'acqua, per questo non sembra esservi una netta segregazione tra i loro habitat (Nascetti *et. al.*, 1997).

Tra i vari risultati acquisiti durante questo studio, quello che merita particolare attenzione riguarda la possibilità futura di utilizzare il tasso d'incidenza delle branchiobdelle come indice della salute dei gamberi e di degrado dell'ambiente in cui vivono. Per raggiungere questo scopo molti altri aspetti del ciclo di vita di questi piccoli vermi dovranno essere studiati, come per esempio la loro longevità, crescita, sviluppo, tempi di riproduzione ed etologia.

RINGRAZIAMENTI

Un ringraziamento particolare è dovuto agli studenti universitari Gianluca Grandoni e Yuri Pretoni senza il cui aiuto non sarebbe stato possibile eseguire questo lavoro, e ai Dott. Elena Casarino, Francesca Piatti e Loris Galli che spesso sono stati nostri compagni di lavoro lungo i torrenti liguri. Ringraziamo inoltre il personale della Biblioteca del Museo di Storia Naturale di Genova per la disponibilità nel procurare la maggior parte dei riferimenti bibliografici utili allo svolgimento di questo lavoro; le Amministrazioni Provinciali di Imperia, Savona, La Spezia, Genova e il Direttore del Parco di Portofino ci hanno sempre concesso con celerità i permessi necessari per svolgere, nei territori di loro competenza, gli studi sui gamberi. Esprimiamo infine un sentito ringraziamento al Dott. G.Delmastro per la revisione critica del manoscritto e gli utili suggerimenti.

BIBLIOGRAFIA

ALDERMAN D. J., POLGLASE J. L., 1988 - Pathogenes, parasites and commensals. In: D. M. Holdich and R. S. Lowery (eds.), Freshwater crayfish. Biology, management and exploitation. Croom Helm, London, (pp. 167 - 212).

BONDI C., 1962 - Osservazioni sull'apparato sessuale maschile in *Branchiobdella pentodonta* Whitman - *Riv. Biol.*, Perugia, **55**: 7 - 36

BONDI C., FACCHINI L., 1972 - Observation on the oocyte ultrastructure and vitellogenesis of *Branchiobdella pentodonta* Whitman - *Acta Embr. exper.*, Palermo, **12**: 225 - 241.

BOTT R., 1950 - Die Flusskrebse Europas (Decapoda, Astacidae) - *Abh. Senck. Naturf. Ges.*, Frankfurt, **483**: 1 - 36.

BOTT R., 1972 - Besidlungsgeschichte und Systematik der Astaciden West Europas unter besonderer Berücksichtigung der Schweiz - *Rev. suisse Zool.*, Genève, **79**: 387 - 408.

BRAIDA L., MORI M., SALVIDIO S., 1997 - Alien crayfish in Liguria (N.W. Italy). In: The introduction of alien species of crayfish in Europe. In: M. Holdich, M. Vannini & F. Gherardi (eds.), How to make the best of a bad situation? Florence September 24-27, 1997. Museo "La Specola", Firenze, (pp. 23-24).

BRINKHURST R. O., GELDER S. R., 1991 - Annelida: Oligochaeta and Branchiobdellida. In: J. H. Thorpe & F. Covitch (eds.), Ecology and classification of North American freshwater invertebrates. Academic Press, New York, (pp. 401 - 435).

CANEGALLO M. A., 1928 - Una nuova specie di branchiobdella - *Branchiobdella italica* - *Atti Soc. ital. Sc. nat. Mus. civ. St. Nat.*, Milano, **67**: 214 - 223.

CONFORTINI I., NATALI M., 1995 - Presenza del gambero americano *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) in alcuni corsi d'acqua della pianura veronese - *Atti Mus. civ.*, Rovereto, **10**: 399-404.

D'ANGELO L., 1965 - Osservazioni sull'apparato riproduttore femminile di *Branchiobdella pentodonta* Whitman - *Arch. zool. ital.*, Torino, **50**: 29 - 40.

DELMASTRO G. B., 1992a - L'acclimatazione del gambero della Louisiana *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) nelle acque dolci italiane (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) - *Pianura - suppl. Provincia Nuova,* Torino, **4**: 5-10.

DELMASTRO G. B., 1992b - Il gambero americano *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817), un nuovo Decapode Neartico nelle acque dolci del Nord Italia (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) - *Natura Bresciana,* Brescia, **27**: 171-174.

DELMASTRO G. B., 1999 - Annotazioni sulla storia naturale del gambero della Louisiana *Procambarus clarkii* (Girard 1852) in Piemonte centrale e prima segnalazione regionale del gambero americano *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) (Crustacea: Decapoda: Astacidea: Cambaridae) - *Riv. piem. St. nat.*, Carmagnola, **20**: 65-92.

DEL ROSCIO, D., 1962 - Osservazioni e ricerche sulla *Branchiobdella pentodonta* Whitman parassita del gambero d'acqua dolce *Potamobius pallipes* Lereb. - *Riv. Biol.,* Perugia, N.S.: **55**, 73-88.

GELDER S. R., BRINKHURST R. O., 1990 - An assessment of the phylogeny of the Branchiobdellida (Annelida: Clitellata) using PAUP - *Can. J. Zool.*, Ottawa, **68**: 1318 - 1326.

GELDER S. R., DELMASTRO G. B., FERRAGUTI M., 1994 - A report on branchiobdellidans (Annelida: Clitellata) and a taxonomic key to the species in northern Italy, including the first record of *Cambarnicola mesochoreus* on the introduced American red swamp crayfish - *Boll. Zool.*, Padova, **61**: 179 - 183.

GELDER S. R., DELMASTRO G. B., RAYBURN J.N., 1999 - Distribution of native and exotic branchiobdellidans (Annelida: Clitellata) on their respective crayfish hosts in northern Italy, with the first record of native Branchiobdella species on an exotic North American crayfish - *J. Limnol*, Pallanza, **58**: 20-24.

GHERARDI F., BALDACCINI G.N., BARBARESI S., ERCOLINI P., DE LUISE G. D., MAZZONI D, MORI M., 1999 - The situation of Italy. In: F. Gherardi and D.M. Holdich (eds.) Crayfish in Europe as alien species. How to make the best of bad situation - *Crustacean Issues.*, Rotterdam, **11**: 107-128.

GRABDA E., WIERZBICA J., 1969 - The problem of parasitism of the species of the genus *Branchiobdella* - *Pol. Arch. Hydrobiol.*, Warsaw, **16**: 93 - 104.

GROPPALI R., 1993 - Sulla presenza del gambero americano *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) in acque della pianura pavese (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) - *Riv. piem. St. nat.*, Carmagnola, **14:** 93-96.

HOBBS H. H. JR. , VILLALOBOS A., 1958 - The exoskeleton of a freshwater crab as a microhabitat for several invertebrates - *Va J. Sci.*, Richmond, **9**: 395 - 396.

HOLT P. C., 1981 - New species of *Sathodrilus* Holt, 1968 (Clitellata: Branchiobdellida) from the Pacific drainage of the United States, with the synonymy of *Sathodrilus virgiliae* Holt, 1977 - *Proc. biol. Soc. Washington*, **94**: 848 - 862.

HOLT P. C., 1986 - Newly established families of the order Branchiobdellida (Annelida: Clitellata) with a synopsis of the genera - *Proc. Biol. Soc. Wash.*, Washington, **99**: 676-702.

HOLT P. C., 1989 - Comments on the classification of the Clitellata - *Hydrobiologia*, The Hague, **180**: 1-5.

HUBAULT E., 1935 - Une epizootie sur *Potamobius pallipes* Lereboullent - *Ann. Parasitol. hum .comp.*, Paris, **2**: 109 - 12.

JENNINGS J.B., 1971 - Parasitism and commensalism in the Turbellaria - *Adv. Parasitol.*, Paris, **9**: 1 - 32.

JENNINGS J. B., GELDER S. R., 1979 - Gut structure, feeding and digestion in the branchiobdellid oligochaete *Cambaricola macrodonta* Ellis, 1912, an ectosymbionte of the freshwater crayfish *Procambarus clarkii* - *Biol. Bull.*, Woods Hole, **156**: 300 - 314.

KARAMAN M. S., 1962 - Ein Beitrag zur Systematik der Astacidae (Decapoda) - *Crustaceana*, Leiden, **3**: 173 - 191.

LAURENT P. J., 1988 - *Austropotamobus pallipes* and *A. torrentium*, with Observations on their Interaction with other Species in Europe (pp. 341-364). In: D.M. Holdich and R.S. Lowery (eds.) Freshwater crayfish: biology, management and exploitation. Crom Helm, London, (pp. 341-364).

MANCINI A., MOSCONI G., 1988 - Patologia dei gamberi d'acqua dolce (Crustacea: Decapoda: Astacoidea, Parastacoidea) - *Obiettivi Veter,*, Roma, **10:** 12-13.

MARTINATI M., 1861 - Nota sulla malattia dei gamberi che ammorbò le acque del Veronese nell'anno 1861 - *Mem. Accad. Verona*, **41**: 215-223.

MAZZARELLI G., 1903a - La branchiobdellosi dei Gamberi - *Acquic. lombarda*, Milano, **5**: 1-10.

MAZZARELLI G., 1903b - La pesca dei gamberi nella provincia di Milano - Commissione per la Pesca lacuale e fluviale per la provincia di Milano. Martinelli & C., Milano: 1 - 10.

MAZZARELLI G., 1908 - Su di alcune malattie di pesci e gamberi osservate in Lombardia - Atti III

Congresso Nazionale Pesca Milano, Milano 20 settembre 1906: 261-296.

Mazzoni D., Nobile L., Quaglio F., Restani R., 1997 - Diffusione dei gamberi d'acqua dolce in Emilia-Romagna: problemi ecopatologici legati all'introduzione di specie alloctone - *Boll. Soc. Patol. ittica*, Roma, **21**: 45-51.

Mori M, Salvidio S., Cresta P., 1998 - Size structure, relative growth and sanitary condition of a crayfish population (*Austropotamobius pallipes*) living in rocky pools - *Spixiana*, München, **21**:135-144.

Mori M., Salvidio S., Isola G., Cresta P., 1996 - Struttura demografica di quattro popolazioni del gambero di acqua dolce, *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet), della Liguria (Italia) - *Annali Mus. civ. St. nat. "G. Doria"*, Genova, **91:** 341-354.

Nascetti G., Andreani P., Santucci F., Iaconelli M., Bullini L., 1997 - Struttura genetica di popolazioni italiane di gambero di fiume (*Austropotamobius pallipes*) e strategie per la sua conservazione - *S.It.E. Atti*, Parma, **18**: 205-208.

Ninni A. P., 1865 - Sulla mortalità dei gamberi (*Astacus fluviatilis* L.) nel Veneto e più particolarmente nella provincia trevigiana, accompagnata da esemplari ammalati e sani - *Atti Ist. veneto*, Treviso, Series III, **10**: 1203 - 1209.

Nisbet M., Verneaux J., 1970 - Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et proposition de classes en tant que based d'interprétation des analyses chimiques - *Ann. Limnol.*, Toulouse, **6**:161-190.

Nobile L., Giannetto S., Trentini M., Canestri Trotti G., 1994 - Diffusione di *Branchiobdella* spp. (Oligochaeta: Branchiobdellidae) in Emilia - Romagna e studio al SEM di *Branchiobdella pentodonta italica* - *Parassitologia*, Roma, **36** *suppl.*: 96.

Nobile L., Giannetto S., Trentini M., Canestri Trotti G., Restani R., 1995 - Indagine sulla diffusione di *Branchiobdella spp.* (Annelida, Branchiobdellidae) in gamberi d'acqua dolce (*Austropotamobius pallipes italicus*) dell'Appennino Tosco-Emiliano - *Boll. Soc. Patol. ittica*, Roma, **16**: 26-33.

Nobile L., Quaglio F., Mazzoni D., 1997 - Pathological observations in exotic freshwater crayfish introduced in Italy. In: M. Holdich, M. Vannini & F. Gherardi (eds.). The introduction of alien species of crayfish in Europe. How to make the best of a bad situation? Florence September 24-27, 1997. Museo "La Specola", Firenze, (pp. 23-24).

Pennack R. W., 1953 - Freshwater invertebrates of the United States. Renald Press, New York, pp.

Pierantoni U., 1906 - Osservazioni sul genere *Branchiobdella* Odier - *Annuario Mus. zool. R. Univ. Napoli*, **2**: 1-8.

Pierantoni U., 1912. Monografia dei *Discodrilidae* - *Annuario Mus. zool. R. Univ. Napoli*, **3**: 1-25.

Polonio U., 1862 - Sui parassiti dei gamberi - *Atti. Soc. ital. Sci. nat.*, Milano, **3**: 417-418.

Salvidio S., Cresta P., Doria G., 1993 - Preliminary survey on the distribution of the freshwater crayfish *Austropotamobius pallipes* in Liguria, N. W. Italy - *Crustaceana*, Leiden, **65**: 218 - 221.

Sawyer R. T., 1986 - Leech Biology and Behaviour-Clarendon, Oxford, pp. .

Simon J. L., 1977 - Données actuelles sur la pathologie des écrevisses en Europe. Doctoral Thesis, University of Paris (Val de Marne) and National Veterinary School, Alfort. (Non vidimus).

Supino F., 1925 - Malattie di pesci e gamberi osservate in Lombardia - *Rend. R. Ist. lomb. Sci. Lett.*, Milano, **58** (6-9): 326-332.

Trentini M., Nobile L., Canestri Trotti G., 1997 - Presenza del gambero nord-americano *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) (Crustacea. Decapoda. Cambaridae) nelle acque della provincia di Bologna - *Boll. Mus. reg. Sci. nat.*, Torino, **15** (1): 83-88.

Riassunto

Questo lavoro riferisce sui risultati acquisiti durante un'indagine tesa a identificare le specie di branchiobdelle associate alle popolazioni di *Austropotamobius pallipes* presenti in Liguria. Lo studio ha riguardato diciotto popolazioni astacicole in cui sono state trovate due specie, *Branchiobdella italica* e *B. hexodonta*: la prima era presente nella maggior parte delle popolazioni esaminate (90%), mentre *B. hexodonta* soltanto in alcune (45%). Entrambe le specie erano spesso presenti sullo stesso gambero, con *B. italica* localizzata principalmente sulla superficie esterna del carapace, mentre *B. hexodonta* nelle camere branchiali. Il numero e la taglia delle branchiobdelle per gambero erano maggiori nelle popolazioni di gamberi viventi in acque inquinate rispetto a quelle viventi in acque non inquinate.

L'incidenza non differiva tra i due sessi dei gamberi ed era indipendente dal loro stato sanitario, ma essa era maggiore negli individui di grosse dimensioni.

Summary

Eighteen populations of *Austropotamobius pallipes* were surveyed in the Ligurian Region. These crayfish populations supported two species of branchiobdellids, *Branchiobdella italica* and *B. hexodonta.* The former occurred in most crayfish populations (90%), while the latter on some (45%). In some cases, specimens of the two species occurred on the same host, but *B. italica* was mainly found on the external surface of the crayfish, while *B. hexodonta* in the branchial chambers. The number and size of the branchiobdellids per crayfish was found higher and greater in crayfish populations living in polluted than in unpolluted water. Crayfish of both sexes shown a similar percentage of infestation, that was found to be independent from their sanitary conditions. The larger crayfish presented a higher infestation than the smaller ones.